

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 2/2014

Erja Kainulainen (toim.)

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 2/2014

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 978-952-309-203-7 (nid.) Grano Oy, Espoo 2014
ISBN 978-952-309-204-4 (pdf)
ISSN 0781-1713

KAINULAINEN Erja (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 2/2014. STUK-B 181. Helsinki 2014. 20 s. + liitteet 3 s.

Avainsanat: painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset

Tiivistelmä

Raportissa kerrotaan Suomen ydinvoimalaitosten käytöstä ja turvallisuuteen vaikuttaneista tapahtumista voimalaitoksilla sekä kuvataan käytössä oleviin laitossyksiköihin, Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitoshankkeeseen ja ydinjätehuoltoon kohdistuneita STUKin valvontatoimia vuoden 2014 toisella neljänneksellä. Lisäksi raportissa kerrotaan STUKin tekemästä Fennovoiman ydinvoimalaitoshankkeen periaatepäätöksen täydennyksen alustavasta turvallisuusarviosta.

Loviisan molemmat laitossyksiköt olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n vuosihuollot olivat vuosineljänneksen aikana. Vuosineljänneksen aikana sattuneilla tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta.

STUKin tekemissä käytön tarkastusohjelman mukaisissa tarkastuksissa ei todettu Loviisan ja Olkiluodon laitoksilla puutteita, joilla olisi vaikutusta laitosten, niiden henkilöstön tai ympäristön turvallisuuteen.

Olkiluoto 3:n työmaalla reaktorilaitoksen rakennusten viimeistelytyöt sekä reaktorilaitoksen prosessiputkistojen ja niihin liittyvien laitteistojen asennus jatkuivat. STUK hyväksyi automaatiota koskevan kokonaissuunnitelman eli arkkitehtuurin huhtikuussa. TVO toimitti STUKille kuvauksen menetelmästä, johon perustuen tehdään analyysit automaation mahdollisten vikaantumisten vaikutuksista laitokselle. Koska STUK ei katsonut menetelmää riittäväksi, TVO ja laitostoimittaja esittelivät STUKille laajempaa analyysikokonaisuutta kesäkuussa. Rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastuksissa STUK ei havainnut luvanhaltijan toiminnassa merkittäviä puutteita. Tarkastukset kohdistuivat suojausautomaation vaatimusmäärittelyn arviointiin sekä johtamiseen ja turvallisuusasioiden käsittelyyn.

STUK toimitti 23.5. työ- ja elinkeinoministeriölle Fennovoiman ydinvoimalaitoshankkeen periaatepäätöksen täydennyksen alustavan turvallisuusarvion. Arviossa STUK keskittyi asioihin, jotka ovat muuttuneet neljä vuotta sitten käydyin alkuperäisen periaatepäätöskäsittelyn jälkeen - laitostyyppin vaihtuminen venäläisen Rosatomin AES-2006-laitokseksi sekä E.ON-yhtiön vetäytyminen hankkeesta ja Rosatomin tuleminen mukaan omistajaksi. Muutokset ovat STUKin käsityksen mukaan vaikuttaneet olennaisesti projektin etenemiseen sekä Fennovoiman organisaation, resurssien ja toiminnan kehittymiseen. STUK toteasi alustavassa turvallisuusarviossaan, että AES-2006-laitos on suunnittelumuutoksin mahdollista rakentaa suomalaiset turvallisuusvaatimukset täyttäväksi. STUK myös painotti, että Fennovoiman on nyt vahvistettava osaamistaan ja kehitettävä johtamisjärjestelmäänsä, jotta sillä on tarvittava kyky uuden ydinvoimalaitoksen turvallisuuden arvioimiseksi ja varmistamiseksi sekä vaatimukset täyttävän rakentamislupa-aineiston tuottamiseksi.

Posivan rakentamislupahakemuksen tarkastustyössä STUK keskittyi Posivan toimittamien alustavan turvallisuusselosteen päivitettyjen aineistojen tarkastamiseen ja turvallisuusperustelun tarkastuksen loppuunsaattamiseen. Tarkastustyön perusteella STUK pyysi Posivalta vielä useita lisäselvityksiä. Rakentamislupahakemuksen tarkastuksen lisäksi STUK arvioi Posivan valmiutta rakentamisen aloittamiseen laajan tarkastusohjelman avulla. Jakson aikana STUK teki kolme tarkastusta, joiden tuloksina STUK edellytti Posivaa edelleen kehittämään toimintaa. Tarkastusten pääaiheina olivat laadunvarmistus- ja valvonta, kallioperän soveltuvuuden arviointi sekä turvajärjestelyt ja ydinmateriaalivalvonta. Osana Onkalon rakentamisen valvontaa STUK piti tarkasteluajanjaksolla yhden tarkastuksen kohteena louhintaa ja kallion rikkoutumisvyöhykkeen (EDZ) hallintaa.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	7
2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET	8
2.1 Loviisa 1 ja 2	8
2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset	8
2.1.2 Käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset Loviisan laitoksilla	8
2.2 Olkiluoto 1 ja 2	10
2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset	10
2.2.2 Käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset Olkiluodon laitoksilla	13
2.3 Olkiluoto 3	14
2.3.1 Olkiluoto 3:n rakentamisen valvonta	14
2.3.2 Rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset	15
2.4 Uudet laitoshankkeet	15
3 YDINJÄTEHUOLTO	16
3.1 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeen valvonta	16
3.2 Loviisan kiinteytyslaitoksen rakentaminen ja koekäytöt	20
LIITE 1 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA	21
LIITE 2 KÄYTETYN YDINPOLTTOAINEEN LOPPUSIJOITUSHANKE	22
LIITE 3 INES-ASTEIKKO	23

1 Johdanto

STUK raportoi neljännesvuosittain Suomen ydinvoimalaitosten käytöstä, tapahtumista voimalaitoksilla sekä ydinvoimalaitoksiin tehdyistä turvallisuutta parantavista muutoksista. Raportissa kerrotaan myös valvontatoimenpiteistä, joita STUK on kohdistanut Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksiin, Olkiluotoon rakenteilla olevaan ydinvoimalaitokseen, käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen tutkimiseen tarkoitetun maanalaisen tutkimustilan rakentamiseen ja ydinjätehuoltoon.

Lisäksi raportissa kerrotaan STUKin tehtäviin kuuluvista turvallisuusarvioinneista uusien ydinvoimalaitoshankkeiden eri vaiheissa. Tarpeen mukaan raportissa kuvataan turvallisuuden kannalta merkittäviä ydinalan tapahtumia ja toimintoja.

Raportti perustuu STUKin valvontatoiminnassaan saamiin tietoihin ja tekemiin havaintoihin. Tapahtumien turvallisuusmerkityksen kuvaamisessa käytetään ydinlaitostapahtumien kansainvälistä INES-asteikkoa (International Nuclear Event Scale).

2 Suomen ydinvoimalaitokset

2.1 Loviisa 1 ja 2

2.1.1 Käyttö ja käyttötahtumat

Loviisa 1 ja Loviisa 2 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 99,3 % ja Loviisa 2:n 99,8 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitosyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Laitosyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitosyksiköiden käyttöluvuissa. Sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 1 ja 2.

2.1.2 Käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset Loviisan laitoksilla

Vuoden 2014 toisella neljänneksellä STUK teki kuusi käytön tarkastusohjelman tarkastusta. Tarkastuksissa ei havaittu merkittäviä puutteita, joilla olisi vaikutusta henkilöstön, ympäristön tai laitoksen turvallisuuteen.

Henkilöstöresurssien ja osaamisen tarkastuksessa STUK arvioi Loviisan voimalaitoksen osaamisen hallintatoimintaa, turvallisuuden kannalta tärkeiden henkilöiden kertauskoulutusta, turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) koulutusta, henkilöstösuunnitteluprosessia sekä koulutusryhmän tavoitteita ja roolia Loviisan strategian toteuttamisessa. Voimalaitoksen sisäisen selvityksen perusteella henkilöstö kokee mm. työkuorman osaamisen kehittymisen esteenä. Lisäksi henkilöstö kokee haasteelliseksi osaamistarpeiden tunnistamisen työnkuvista. Voimalaitoksella ei ollut tallehteita siitä, että johto on arvioinut henkilöstön tärkeät osaamisalueet laitoksen ohjeen mukaisesti. Johto ja koulutusryhmä eivät olleet reagoineet sisäisen auditoinnin havaintoon siitä, että strategia ja koulutuksen painopistealueet eivät kohtaa. Lisäksi kaikki turvallisuuden kannalta tärkeät henkilöt eivät ole osallistuneet kaikkiin pakollisiin

kertauskoulutuksiin. STUK edellytti voimalaitoksen varmistavan, että turvallisuuden kannalta tärkeät henkilöt suorittavat kertauskoulutuksen vaatimusten mukaisesti, ja parantavan asian seurantaan. Lisäksi kertauskoulutuksen sisältö on arvioitava kokonaisturvallisuuden kannalta ja päivitettävä kertauskoulutussuunnitelma arvioinnin perusteella. Voimalaitoksen on myös selvitettävä miksi koulutukseen ja osaamisen kehittämiseen ei koeta olevan riittävästi aikaa. Voimalaitoksen on toimitettava selvitys siitä, miten johto vuosittain arvioi henkilöstön tärkeät osaamisalueet sekä millä perusteella johdon itsearviointinissa on päädytty siihen, että voimalaitoksen osaamisen hallinta on keskeinen parantamismahdollisuus. Lisäksi on selvitettävä TTKE-koulutusten toteutukseen ja etenemisen seurantaan liittyvien puutteiden syyt.

Johtamisjärjestelmän toimivuus ja laadunvarmistus -tarkastus keskittyi käyttö- ja kunnossapitoyksiköiden ohjeiden päivitystoimenpiteisiin, kehitystoimenpiteiden seurantajärjestelmän käyttöön, toimenpiteiden vaikuttavuuden arvioitiin sekä toimittaja-auditointien prosessiin. Voimalaitos on tehostanut käyttö- ja kunnossapitoyksiköiden ohjeiden päivitystoimenpiteitä ja ohjeiden ajantasaisuus on parantunut. Voimalaitos on kehittänyt poikkeamien hallintaa ja vaikuttavuuden arviointia koskevaa ohjeistusta. Myös voimalaitoksen toimittaja-auditointiprosessia, siihen vaadittavaa osaamista ja työkaluja, on kehitetty parina viime vuonna.

Käyttökokemustoiminnan tarkastuksessa aiheena olivat prosessit ja organisointi sekä näihin liittyvät ohjeistot ja menettelyt sisäisessä käyttökokemustoiminnassa. Aikaisempien vuosien tarkastuksissa kirjattua vaatimusta korjaavien toimenpiteiden toteutumisen luotettavasta seurannasta sekä toimenpiteiden toteuttamisen ja vaikuttavuuden arvioinnista ei voitu vielä täysin poistaa. STUK edellytti Fortumin varmistavan

käyttökokemustoiminnan resurssien riittävyyden siten, että oikea-aikainen, laadukas raportointi ja toiminta ilman viiveitä on mahdollista. Lisäksi STUK edellytti Fortumin toimittavan STUKille selvityksen käyttökokemusorganisaation resurssien riittävyydestä vuosihuoltoon liittyen.

Loviisan voimalaitoksen rakenteiden ja rakennusten tarkastuksessa arvioitiin merivesijäähdytyksen rakenteiden, teräsuojarakennuksen, kä-

tetyn polttoaineen säilytys- ja käsittelylaitaiden, reaktorin hätäjäähdytysjärjestelmän säiliöiden, säiliöhuoneiden teräsverhousten, polttoainetelineiden sekä putkistotukien kunnossapitomenettelyt. Tarkastuskohteena olivat myös voimayhtiön organisaatio, voimayhtiön tarkastusohjeet, voimayhtiön määräaikaistarkastukset, korjaus- ja muutostyöt, täydennysrakentaminen laitosalueella ja muut vastuualueeseen kohdistuvat tarkastukset.

Lo1, 2/2014



Kuva 1. Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2014.

Lo2, 2/2014



1. Pääkiertopumpun pysähtyminen korttinvian vuoksi.

Kuva 2. Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2014.

STUK esitti tarkastuksessa kolme vaatimusta, jotka liittyivät tarkastusohjeisiin, raportointiin sekä korjaussuunnitelman toimittamiseen.

Voimalaitosjätettä koskevassa tarkastuksessa käytiin läpi mm. jätehuollon prosessit, henkilöstösuunnittelu ja henkilöstön säteilyannokset. Jätteen käsittely- ja varastointitilojen kuntoa, tilojen säteilytasoa sekä luokituksia ja merkintöjä tarkastettiin laitoskierroksella. Tarkastuksessa ei havaittu merkittäviä puutteita eikä kehitystarpeita. Hyvänä käytäntönä todettiin jätepakkaamolle kehitetty mittaristo, jolla arvioidaan aktiivisuusmittauksia, siisteyttä, järjestystä jne. sekä seurataan pakkaamon toimintoja ja kehitetään niitä edelleen. Loviisan voimalaitoksen ydinjätehuollon raportointia kehitetään päivitetyn jättekirjanpidon pohjalta yhteensopivaksi STUKin raportoinnin kanssa. Henkilöstön säteilyannoksia aiheuttaa vuosihuollon aikainen jätteenkäsittely, jättekuljetukset, jätteen pakkaaminen ja kiinteytyslaitoksen koekäyttö. Säteilyannokset ovat olleet pieniä koko voimalaitoksen annoksiin verrattuna ja ne alittavat selvästi säteilytyöntekijöille asetetut henkilökohtaiset annosrajat.

STUK teki ylimääräisen käytön tarkastusohjelman tarkastuksen, jonka tavoitteena oli varmistua, että Fortum on suunnitellut ja toteuttaa päävalvomon välikaton uudistukseen liittyvät haalaus- ja asennustyöt asianmukaisesti. Loviisa 1:n ja Loviisa 2:n päävalvomoiden nykyiset välikatot eivät ole vesitiiviitä. Fortum rakentaa uuden vesitiiviin katon suojaamaan päävalvomoa mahdollisilta prosessivuodoilta. Muutostyö tehdään ensin Loviisa 1:llä ja seuraavaksi Loviisa 2:lla. Loviisa 1:n työt alkoivat suojatason rakentamisella. STUK varmistui tarkastuksessa, että Fortum on selvittänyt työn turvallisuusriskit, määrittänyt menettelyt riskien poistamiseksi tai minimoimiseksi ja noudattaa menettelyjä käytännössä. STUK teki tarkastuksen ennen Loviisa 1:n päävalvomon välikaton haalaus- ja asennustöiden aloittamista, kun suojataso oli valmis. Tarkastuksessa havaittiin kehityskohteita, jotka liittyvät turvaimastoinnin mahdolliseen ohitukseen, töiden keskeyttämiseen liittyvän hälytyksen havaittavuuteen, suojatason alapuolisen päävalvomotilan paloilmoittimiin, urakoitsijoiden perehdytykseen, haalauksiin ja rakennetarkastuksiin. Hyvinä käytäntöinä todettiin mm. urakoitsijan ja vuoropäällikön väliset päivittäiset tilannepalaverit ja niiden dokumentoiminen.

2.2 Olkiluoto 1 ja 2

2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Olkiluodon molemmilla laitosyksiköillä oli vuosihuoltoseisokit vuosineljänneksen aikana. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 79,7 % ja Olkiluoto 2:n 90,7 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitosyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Laitosyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitosyksiköiden käyttöluvuissa. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa vuosineljänneksellä kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 3 ja 4.

Vuosihuollot

Olkiluoto 1:n huoltoseisokki oli 11.5.–29.5.2014 ja Olkiluoto 2:n polttoaineenvaihtoseisokki 1.6.–9.6.2014. Vuosihuollossa laitoksen turvallisuuden kannalta tärkeitä laitteita ja rakenteita tarkastetaan, huolletaan ja vaihdetaan sekä muutetaan. Toimenpiteillä luodaan edellytykset käyttää voimalaitosta turvallisesti tulevana käyttöjaksona. Lisäksi vuosihuolloissa vaihdetaan osa käytettyä polttoaineesta tuoreeseen. STUK valvoo, että luvanhaltija varmistaa vuosihuoltojen aikaisten töiden turvallisen toteutuksen sekä sen, että vuosihuollosta ei aiheudu säteilyvaaraa laitoksen työntekijöille ja ympäristölle. Vuosihuollon aikana STUK toteutti tarkastusohjelman mukaisen vuosihuoltoon kohdistuvan tarkastuksen. Tarkastuksesta on kerrottu enemmän raportin luvussa 2.2.2.

Vuosihuoltojen aikana ei ollut tapahtumia, jotka olisivat edellyttäneet erikoisraportin laatimista. Vuosihuoltojen aikana oli paljon inhimillisistä virheistä johtuvia tapahtumia. TVO laatii kuudesta inhimillisestä virheestä yhteisen tapahtumaraportin, jossa arvioidaan tapahtumien syitä ja niiden syntyyn vaikuttaneita tekijöitä sekä esitetään toimenpiteet vastaavien tapahtumien uusiutumisen ehkäisemiseksi.

Olkiluoto 1:n vuosihuolto

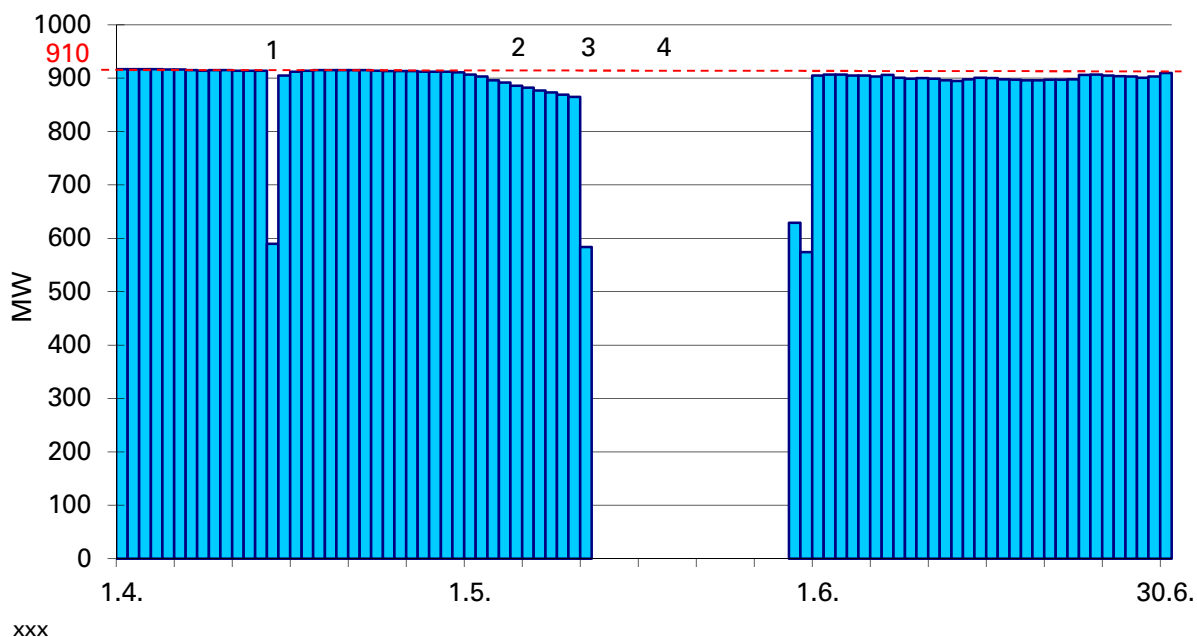
Olkiluoto 1:n huoltoseisokki kesti hieman yli 17 vuorokautta ja se oli noin kaksi vuorokautta suunniteltua pidempi. Viivettä aiheuttivat mm. polttoainesiirojen yhteydessä tehty polttoaine-vuodonetsintä ja ulospuhallusjärjestelmän venttiilin vikakorjaus. Laitoksen ylösajossa viivettä aiheutti-

vat yhden säätösaunan toimilaitteen irronnut liitin ja höyrylinjan venttiilin höyryvuodon korjaus.

Vuosihuollossa vaihdettiin noin viidesosa reaktorin ydinpolttoaineesta. Muutostöistä suurimpia olivat pienjännitekojeistojen uusinta kahdessa osajärjestelmässä ja apusyöttövesijärjestelmän kierrätyslinjan muutostyö kahdessa osajärjestelmässä. Apusyöttövesijärjestelmän kierrätyslinjan

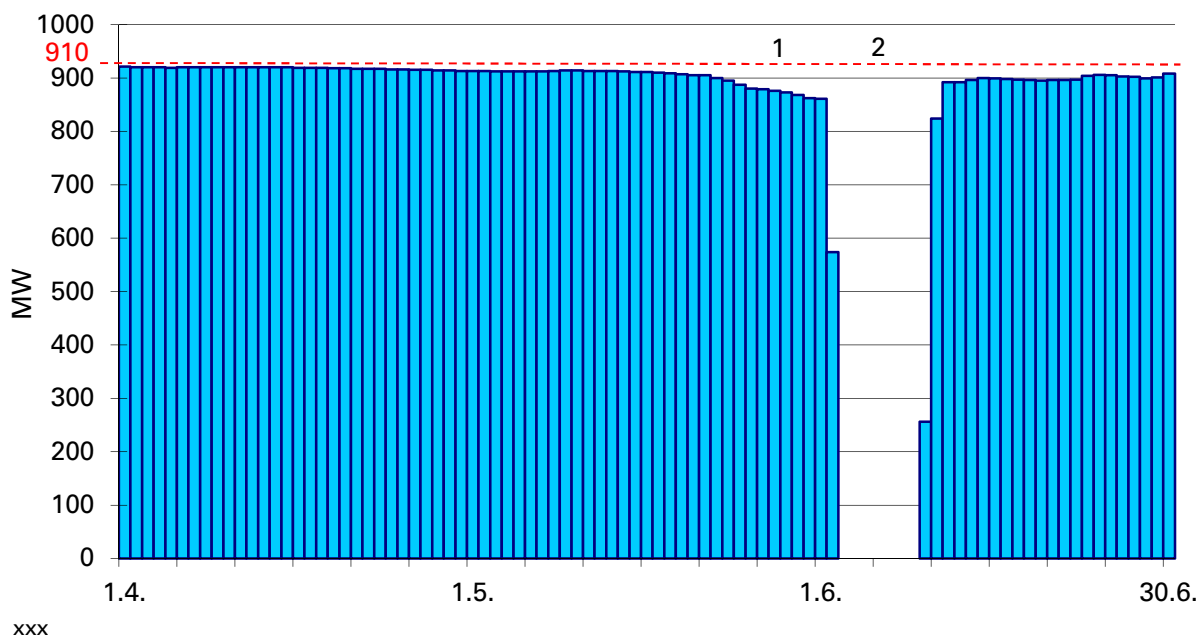
muutoksessa kierrätyslinjat viedään täyssuolanpoistetun veden varastoaltaisiin, jotka toimivat myös apusyöttövesijärjestelmän vesilähteenä. Muutostyöllä pienennetään järjestelmän riippuvuutta merivesijäähdytyksestä. Muutostyö ei vaikuta apusyöttövesijärjestelmän toimintaan muuten kuin kierrätysajon osalta. Nykyisin kierrätysajolla pumpun läpi kiertänyt vesi jäähdytetään

OL 1, 2/2014



Kuva 3. Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2014.

OL 2, 2/2014



Kuva 4. Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2014.

erillisellä jäähdyttimellä, jossa lämpö siirtyy välipiirin kautta merivesijärjestelmään. Jos merivesijäähdytys menetetään, nousee kierrätysveden lämpötila nopeasti, mikä johtaa apusyöttövesijärjestelmän pumppujen menetykseen. Muutostöiden lisäksi tehtiin paljon järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden tarkastuksia, huoltoja, korjauksia ja koestuksia.

Laitosyksiköllä saatiin indikaatioita mahdollisesta polttoainevuodosta käyttöjakson lopussa toukokuussa 2014. Laitosyksiköllä suoritettiin polttoainevuodon etsintää ennen laitoksen ajamista vuosihuoltoseisokkiin. Pieniä indikaatioita polttoainevuodon sijainnista saatiin ja mahdollista vuotavaa polttoaineenippua etsittiin vuosihuollossa. Polttoainevuotoa ei löydetty. TVO:lla on olemassa polttoainevuotojen hallintaa koskeva ohje, jonka mukaan toimitaan tarvittaessa, mikäli käyttöjaksolla todetaan vuotavan nipun jääneen reaktoriin.

Olkiluoto 2:n vuosihuolto

Olkiluoto 2:n polttoaineenvaihtoseisokki kesti suunnitellun mukaisesti vajaat 8 vuorokautta.

Vuosihuollossa vaihdettiin viidesosa reaktorin ydinpolttoaineesta. Polttoaineenvaihtoseisokissa ei tehdä laajoja muutostöitä vaan työt ovat pääasiassa järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden tarkastuksia, huoltoja, korjauksia ja koestuksia, kuten polttoainetarkastukset ja suojarakennuksen eristysventtiilin tiiviyskokeet.

Vuosihuoltojen säteilyannokset

Suurin osa ydinvoimalaitostyöntekijöiden säteilyannoksista kertyy voimalaitoksen vuosihuollon aikana. Seisokin aikana työskennellään tiloissa, joiden säteilytasot voivat olla muuta valvontaluuetta korkeampia. Lisäksi avataan järjestelmiä ja laitteita, joihin on kertynyt radioaktiivisia aineita voimalaitoksen käytön aikana.

Säteilyannokset olivat pieniä, eivätkä ne ylittäneet säännöstössä asetettuja rajoja. Olkiluoto 1:n seisokin työntekijöiden yhteenlaskettu (kollektiivinen) säteilyannos oli 0,327 manSv ja Olkiluoto 2:lla työskennelleiden 0,187 manSv. Suurin henkilökohtainen säteilyannos Olkiluoto 1:lla oli 3,10 mSv ja Olkiluoto 2:llä 3,85 mSv.

Höyrynkuivainien uusiminen molemmilla laitosyksiköillä vuosina 2005–2007 pienentää turbiinilaitoksella kertyviä säteilyannoksia edelleen. Höyryputkissa kulkevan höyryn kosteus ja kos-

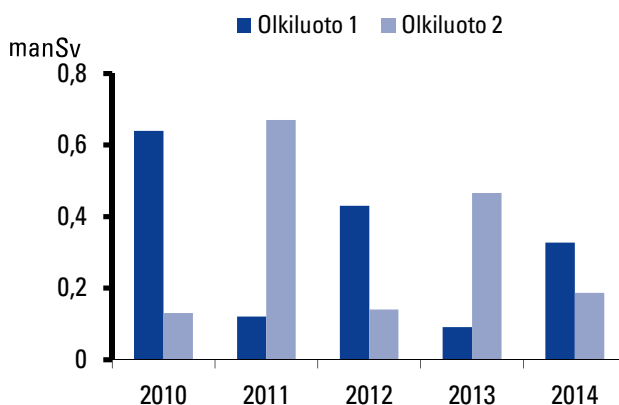
teuden mukana kulkeutuvien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on pienentynyt. Turbiinilaitosten säteilytasot ovat siten laskeneet.

Olkiluoto 2:n reaktorihallin säteilymittausten samanaikainen erottaminen

TVO havaitsi Olkiluoto 2:lla 7.4.2014, että huonetilojen säteilymittausjärjestelmän kalibrointityön yhteydessä säteilymittauskanava erotettiin vastoin turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa (TTKE) esitettyjä vaatimuksia. Säteilymittauskanavan kalibrointityöt aloitettiin erheellisesti, vaikka rinnakkainen mittauskanava oli hetkeä aikaisemmin erotettu lähetettäväksi kalibrointia varten. Kyseessä oli TTKE:n vastainen tilanne, sillä TTKE edellyttää, että kyseisistä kahdesta mittauskanavasta vähintään toinen on jatkuvasti käyttökunnossa. TTKE:n vastaisen tilanteen havaittuaan TVO palautti toisen mittauskanavan käyttökuntoiseksi. Poikkeama kesti kolme minuuttia.

Kyseiset huonetilojen säteilymittausjärjestelmän mittauskanavat valvovat reaktorihallin säteilyn yleistasoja. Mittausten perusteella ei lähde ohjauksia laitteille, vaan paikallishälytys varoittamaan hallissa työskenteleviä poikkeavasta säteilytasosta. Tapahtuman aikana ei ollut meneillään töitä, esimerkiksi käytetyn polttoaineen käsittelyä, jotka olisivat voineet nostaa säteilytasoa. Reaktorihallin poistoilmaa valvovat säteilymittaukset olivat käyttökuntoisia.

Tapahtuma ei aiheuttanut vaaraa laitokselle, ihmisille tai ympäristölle. Tapahtuma luokiteltiin kansainvälisellä säteily- ja ydinturvallisuustapahtumien vakavuusasteikolla (INES-asteikko) luokkaan 0.



Kuva 5. Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset.

Syöttövesiyhteen särö Olkiluoto 2:lla

Olkiluoto 2:n syöttövesiyhteen särö sijaitsee reaktoripainesäiliön yhteen puskurihitsin ja sen liittokappaleen (safe-end) välisessä hitsissä yhteen sisäpinnalla. Särö voi olla valmistusvika, joka on jäänyt alun perin havaitsematta ja jonka todellinen syvyys on uusilla tarkastustekniikoilla vasta nyt voitu selvittää. Toisaalta särö saattaa olla myös jännityskorroosion aiheuttama vika, joka on ajan myötä kasvanut ja voi kasvaa edelleen.

Särö havaittiin 2003, minkä jälkeen säröä on seurattu. Vuosihuollossa 2013 TVO tarkastutti säröalueen ulkopuolelta vaiheistetulla ultraäänitekniikalla. Tarkastuksessa sisäpuolisen särön syvyydeksi saatiin 23 mm (seinämäpaksuus 33 mm). Tarkastuksen tulos oli yllätys, sillä indikaation syvyydeksi mitoitettiin 23 mm, kun käytössä olevilla tarkastustekniikoilla särön syvyydeksi oli saatu 10-15 mm mittaustavasta riippuen. STUK hyväksyi vuosihuollossa 2013 TVO:n toimittaman lujuusselvityksen ja menettelyn, jolla säröä seurataan seuraavan kolmen vuoden ajan.

Vuosihuollossa 2014 tehdyissä tarkastuksissa särö ei ole kasvanut. TVO asensi vuosihuollossa kohteelle lämpötilamittaukseen perustuvan vuodonvalvonnan. TVO on jo varautunut särökohdan korjaukseen. Esitetyn korjaussuunnitelman mukaan syöttövesiyhde tulpataan reaktorin puolelta ja syöttövesiputki katkaistaan mutkasta biologisen suojan ulkopuolta, jonka jälkeen särö korjataan.

Säröt putkilinjojen sekoituskohdissa

Olkiluoto 2:n vuosihuollossa 2014 tehdyssä tarkastuksessa havaittiin syöttövesilinjassa 1 useita säröjä ja linjassa 2 yksi särö sekä Olkiluoto 1:n syöttövesilinjan 2 tarkastuksessa useita säröjä vastaavassa sekoituskohdassa. Kyseiset putkilinjojen sekoituskohdat on vaihdettu aikaisemmin vuonna 1986.

Säröt sijaitsevat putkistojen sekoituskohdissa, jossa eri lämpötiloissa olevat virtaukset sekoittuvat. Sekoittuessaan virtaukset aiheuttavat laitoksen kuumavalmiudessa ja matalan tehon syöttövesisäädöllä jatkuvaa lämpötilan vaihtelua rakennemateriaalissa ja siten sekoituskohta altistuu väsymiselle. STUK edellytti päätöksillään käyttötapa muutosta ja säröytyneiden sekoituskohdienten putkiosien uusintaa vuosihuollossa 2015.

Seuraavan käyttöjakson aikana molemmilla laitosyksiköillä käytetään vain vähemmän säröy-

tynyttä sekoituskohtaa rasittavissa käyttötilanteissa (kuumavalmius ja matalan tehon syöttövesisäätö). Molempien laitosyksiköiden enemmän säröytyneet sekoituskohdat (Olkiluoto1:llä linja 2 ja Olkiluoto 2:lla linja 1) vaihdetaan vuoden 2015 vuosihuolloissa. Muiden T-kappaleiden vaihdoista päätetään tarkastustulosten perusteella vuosittain. STUK valvoo vaihtotyön suunnittelun, valmistuksen ja asennuksen.

2.2.2 Käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset Olkiluodon laitoksilla

Vuoden 2014 toisella neljänneksellä STUK teki neljä käytön tarkastusohjelman tarkastusta. Tarkastuksissa ei havaittu merkittäviä puutteita, joilla olisi vaikutusta henkilöstön, ympäristön tai laitoksen turvallisuuteen.

Laitoksen ylläpidon tarkastuksessa arvioitiin varaosien ja tarveaineiden hallintaa Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla. Tarkastus katsoi varaosien ja tarveaineiden hankinnan, vastaanoton, varastoinnin sekä luovutuksen varastosta. Näiltä varasahallinnon osa-alueilta käytiin läpi vastuut, ohjeistus ja resurssit, ja tietojärjestelmät. Toimintoja käytiin myös todentamassa saapuvan tavaran vastaanotossa ja varastotiloissa. Tarkastuksen perusteella ei voitu sulkea pois lisääntyvää riskiä tuoteväärennöksille, kun hankintaketjut pitenevät ja toimittajat vaihtuvat tiheään. Tuoteväärennöksille on tyypillistä, että niitä ei kyetä tunnistamaan perinteisillä luottamukseen perustuvilla laaduntarkastuksen menettelyillä. Tuoteväärennösten mahdollisuutta voidaan kuitenkin vähentää lisävarmistuksilla varaosien hankinta- ja vastaanottovaiheessa sekä koulutuksella. Erityisesti tuoteväärennösten estämiseen liittyviä toimenpiteitä ei voitu tarkastuksessa sellaisenaan todentaa. TVO:lle esitettiin vaatimus selvittää keinoja, joilla se voi tunnistaa väärennöksiä. Selvityksen perusteella TVO:n on lisättävä varaosien hankinta- ja tarkastusohjeisiinsa varotoimenpiteitä, joilla se voi välttää väärennettyjen varaosien ja tarveaineiden käyttöä laitoksella. Vaatimus koski erityisesti niitä kone-, sähkö- ja automaatioteknisiä sarjavalmistettavia kauppalaatuosia ja kaupallisia tarveaineita, joilla on merkitystä turvallisuusluokitellun järjestelmän, rakenteen tai laitteen käyttökuntoisuudelle.

Sähkötekniikan tarkastuksessa kohteina olivat mm. sähkönsyötön varmistus ja valvonta vuosi-

huolloissa, sähkölaitteiden parametointi, venttiilitoimilaitteiden huolto- ja korjaustoiminta, sähkölaitteiden vanhenemisen seuranta, akustot ja tasasähköjärjestelmien maasulkuviat. STUK edellytti tarkastuksen perusteella, että voimayhtiö toimittaa selvitykset sähkölaitteiden parametroidin hallintamenettelyjen kehittämisestä, lämpöreleiden koestus- ja asettelutavasta, tasasähköjärjestelmien maasulkuvikojen ennaltaehkäisystä ja toimilaitteiden huoltotoiminnan laadunhallinnasta.

Automaatiotekniikan tarkastuksessa käsiteltiin turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) tarkoittamien mittauksien kalibrointivaatimuksia, automaation suunnittelu- ja toteutusprosessin vaatimustenmukaisuutta, onnettomuusinstrumentoinnin kelpoisuuden kattavuutta, asennettujen laitteiden komponenttien mitoituksen oikeellisuutta ja automaatiolaitteiden ikääntymisen hallintaa. STUKin vuoden 2012 tarkastuksessa esittämä vaatimus automaation suunnittelu- ja toteutusohjeistuksen ajan tasalle saattamisesta jäi edelleen voimaan. STUK edellytti lisäselvityksiä mittaus-ten kalibroinnista ja onnettomuusinstrumentoinnin kelpoisuudesta.

Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n vuosihuollot olivat 11.5.–9.6.2014. STUK teki vuosihuollon aikana tarkastuksen, joka kohdistui voimalaitoksen toimintoihin, joilla ylläpidetään turvallisuutta sekä johdetaan ja hallitaan vuosihuollon aikaisia toimia. Tarkastuksessa todennettiin lähes kahtakymmentä eri osa-aluetta ja työtä. Tarkastuksen kohteina olivat mm. kenkärajat, kontaminaation seuranta ja hallinta, reaktorihallissa tehtävät raskaat nostot, vuoronvaihtorutiinit, pääkiertopumppujen huoltotyöt, turvajärjestelyt, sähkövoiman syöttö vuosihuollon aikana, vikahavaintojen käsittely ja apusyöttövesijärjestelmän kierrätyslinjan muutostyö. Tarkastuksessa STUK seurasi toimintaa, teki laitoskierroksia ja haastatteli työntekijöitä. Tarkastuksessa havaittiin hyvää toimintaa ja esimerkkejä jatkuvasta parantamisesta. Pääosassa tarkastuskohteita ei havaittu mitään tai merkittävää huomautettavaa. STUKin tarkastuksen perusteella esittämät vaatimukset liittyivät pääosin eri ohjeiden päivittämiseen toiminnan ja dokumenttien kehittämiseksi. Esimerkiksi laitosyksikön ylösajon aikana tehtävien pikasulkukokeiden ohjeeseen on lisättävä selkeät toimintaohjeet tilanteessa, jossa kokeelle annetut raja-arvot ylittyvät. Yksi vaatimuksista liittyi painelaitteiden muutos-

töiden jälkeisiin käyttöönottotarkastuksiin, joiden menettelyille TVO:n on laadittava ohjeet ja perehdytettävä koekäytöstä vastaavat henkilöt niihin.

2.3 Olkiluoto 3

2.3.1 Olkiluoto 3:n rakentamisen valvonta

STUK jatkoi Olkiluoto 3:n järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastamista. Lisäksi STUK osallistui laitosyksikön komponenttivalmistuksen, laitoksen rakennus- ja asennustöiden sekä käyttöönottovalmistelujen valvontaan ja näihin työvaiheisiin liittyviin tarkastuksiin. STUK teki vuoden 2014 toisella vuosineljänneksellä kaksi rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastusta.

Tarkastelujaksolla keskeisimmät asiat liittyivät laitoksen automaatioon. STUK hyväksyi automaatiota koskevan kokonaissuunnitelman eli arkkitehtuurin huhtikuussa. STUK vaatii arkkitehtuuriin edelleen joitakin muutoksia, mutta tarvittavat muutokset ovat niin rajattuja, että suunnitelma voitiin hyväksyä. Hyväksyminen tarkoittaa sitä, että STUK voi alkaa tarkastaa automaation yksityiskohtaisempia järjestelmätason suunnitelmia.

Turvallisuuden varmistamiseksi STUK on jo aikaisemmin edellyttänyt analyysia automaation mahdollisten vikaantumisten vaikutuksista laitokselle. TVO toimitti STUKille kuvauksen menetelmästä, johon perustuen analyysit tehdään. STUK ei katsonut menetelmää riittäväksi, vaan vaati siihen laajennuksia. Kesäkuussa TVO ja laitos-toimittaja esittelivät STUKille laajennetun analyysikokonaisuuden jolla voidaan täyttää STUKin vaatimukset. Analyysien tuloksia ei vielä ole toimitettu STUKille.

Automaatiojärjestelmien testaus Saksassa olevalla testikentällä alkoi huhtikuussa. STUK osallistui tarkkailijana testien aloituskokoukseen, ja seuraa valittujen testien tekemistä paikan päällä.

Reaktorilaitoksen rakennusten viimeistelytyöt jatkuivat vuosineljänneksen aikana. Myös reaktorilaitoksen prosessiputkistojen ja niihin liittyvien laitteiden asennus ja asennuksiin liittyvät tarkastukset jatkuivat, mutta vain vähäisissä määrin. Laitostoimittajan on vähentänyt työmaalla työskentelevien henkilöiden ja organisaatioiden määrää toistaiseksi. STUK valvoi töiden etene- mistä laitospaikalla eikä turvallisuuden ja laadun

kannalta olennaisia poikkeamia suunnitelmista havaittu.

2.3.2 Rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset

Vuoden 2014 toisella neljänneksellä STUK teki kaksi rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastusta. Tarkastukset kohdentuivat reaktorin suojausautomaation vaatimusmäärittelyn arviointiin sekä johtamiseen ja turvallisuusasioiden käsittelyyn.

TVO on tekemässä reaktorin suojausjärjestelmän vaatimuksille arviota sen varmistamiseksi, että vaatimusten perusteella toteutettava suojausjärjestelmä pystyy täyttämään sille tarkoitettua tehtävää. Työssä arvioidaan vaatimusten oikeellisuutta, täydellisyyttä ja ristiriidattomuutta. Tarkastuksessa STUK edellytti, että arvion kattavuutta laajennetaan ja että TVO laatii kriteerit, joiden perusteella se voi todeta vaatimukset oikeellisiksi, ristiriidattomiksi sekä täydellisiksi.

Johtamista ja turvallisuusasioiden käsitteilyä koskeva tarkastus kohdistui projektin johdon toimenpiteisiin turvallisuusasioiden tunnistamiseksi ja seuraamiseksi, riskienhallintaan ja valmistautumiseen työmaan toimintojen aloittamiseen uudelleen hiljaisemman ajanjakson jälkeen. Tarkastuksessa todettiin, että TVO laatii turvallisuuden kannalta merkittävistä asioista tarkastusmuistiot. Käytäntö on hyvä, mutta muistioita ei tallenneta järjestelmään, jota käytetään asian muuhun kommentointiin ja käsittelyn seurantaan. STUK esitti tarkastuksessa vaatimuksen, että tarkastusmuistio on pystyttävä jäljittämään järjestelmästä. Tarkastuksen perusteella ei ollut myöskään ilmeistä, että TVO:lla olisi vielä suunnitelmaa työmaan uudelleen käynnistämisestä. STUK edellytti sekä laitostoimittajaa että TVO:ta laatimaan suunnitelman, joka kattaa mm. työmaalla aloitettavien organisaatioiden ja henkilöiden perehdyttämisen, valvonnan toteuttamisen ja toiminnan käynnistämiseen liittyvät riskit ja niiden ehkäisemiseksi tehtävät toimenpiteet.

2.4 Uudet laitoshankkeet

Hanhikivi 1

STUK toimitti 23.5. työ- ja elinkeinoministeriölle (TEM) Fennovoiman ydinvoimalaitoshankkeen periaatepäätöksen täydennyksen alustavan turvalli-

suusarvion. Siinä STUK arvioi, onko Fennovoiman mahdollista rakentaa kaavailemansa ydinvoimalaitos suomalaiset turvallisuusvaatimukset täyttäväksi ja pystyykö Fennovoima varmistumaan ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta. Alustavassa turvallisuusarviossa STUK keskittyi asioihin, jotka ovat muuttuneet neljä vuotta sitten käydyn alkuperäisen periaatepäätöskäsittelyn jälkeen. Suurimmat muutokset ovat laitostyyppin vaihtuminen venäläisen Rosatomin AES-2006-laitokseksi sekä E.ON-yhtiön vetäytyminen hankkeesta ja Rosatomin tuleminen mukaan omistajaksi. Muutokset ovat STUKin käsityksen mukaan vaikuttaneet olennaisesti projektin etenemiseen sekä Fennovoiman organisaation, resurssien ja toiminnan kehittymiseen.

STUK totesi alustavassa turvallisuusarviossaan, että AES-2006-laitos on mahdollista rakentaa suomalaiset turvallisuusvaatimukset täyttäväksi Fennovoiman osoittamaan sijaintipaikkaan, Pyhäjoen Hanhikivelle. STUK kiinnitti huomion asioihin, joissa suomalaisten turvallisuusvaatimusten täyttäminen edellyttää suunnittelumuuksia laitokseen. Näitä ovat lentokonetörmäykseen, sisäisiin tulviin ja tulipaloihin sekä vakaviin onnettomuuksiin varautuminen. STUK tunnisti myös muita teknisiä yksityiskohtia, jotka vaativat lisäanalyysijä tai kokeita rakentamislupavaiheessa.

Suunnittelun ohjaaminen vaatimusten täyttämiseksi ja STUKille toimitettavan dokumentaation tuottaminen vaativat Fennovoimalta osaamista ja toimia jo ennen seuraavaa lupavaihetta eli rakentamislupahakemuksen jättämistä. STUKin käsityksen mukaan Fennovoiman onkin vahvistettava osaamistaan ja kehitettävä johtamisjärjestelmäänsä, jotta sillä on tarvittava kyky uuden ydinvoimalaitoksen turvallisuuden arvioimiseksi ja varmistamiseksi sekä STUKille toimitettavan rakentamislupa-aineiston tuottamiseksi.

Lausunnossaan työ- ja elinkeinoministeriölle STUK piti kyseenalaisena sitä, että yhtiö voisi toimittaa STUKille kattavan dokumentaation samalla kun se jättää rakentamislupahakemuksen valtioneuvostolle. STUK totesi, että tämä on otettava huomioon suunniteltaessa STUKille rakentamislupavaiheessa toimitettavien aineistojen kokoamista ja aikataulua sekä arvioitaessa rakentamislupavaiheen kestoa.

3 Ydinjätehuolto

Posivan rakentamislupahakemuksen tarkastustyössä STUK keskittyi Posivan toimittamien alustavan turvallisuusselosteen päivitettyjen aineistojen tarkastamiseen ja turvallisuusperustelun tarkastuksen loppuunsaattamiseen. STUK teki Posivalle tarkastustyön perusteella vielä useita lisäselvityspyyntöjä.

Rakentamislupahakemuksen tarkastuksen lisäksi STUK arvioi Posivan valmiutta rakentamisen aloittamiseen laajan tarkastusohjelman avulla. STUK on toteuttanut tarkastusohjelmaa suunnitellusti ja noston suoritetuissa tarkastuksissa esille asiakokonaisuuksia, joita Posivan on kehitettävä edelleen ennen ydinjätelaitoksen rakentamisen aloittamista. Vuoden toisella neljänneksellä STUK teki kolme tarkastusta, jotka kohdistuivat Posivan laadunvarmistukseen ja -valvontaan, kallioperän soveltuvuuden arviointiin sekä turvajärjestelyihin ja ydinmateriaalivalvontaan.

Tarkasteluajanjaksolla pidettiin Onkalo-sarjan tarkastus ”Louhinta ja EDZ”. STUKin valvonnan painopiste oli myös kenttävalvonnassa. Jakson aikana STUK teki yhden kenttävalvontakäynnin Onkaloon ja maan pinnalla Onkalo-työmaalle. Valvonnan pääkohteina olivat Onkalossa holvin lujituspulttien vuotovesien hallinta ja maan pinnalla valvonta kohdistui IV- ja nostinlaiterakennuksen pohjan louhinnan tiivistämiseen.

3.1 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeen valvonta

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemus

Posivan rakentamislupahakemusaineiston varsinainen tarkastustyö jatkui vuoden 2014 toisella vuosineljänneksellä. Alkuperäisen aikataulun perusteella STUKin tarkastustyön oli saatava päätökseen vuoden 2014 toisella vuosineljänneksellä,

mutta käsittely edellytti lisää aikaa hakemusaineiston tarkastuksen ja turvallisuuden kokonaisarvioinnin vietyä suunniteltua enemmän aikaa. Tärkeimmät syyt viivästykseen ovat:

- Posiva ei toimittanut rakentamislupahakemuksen teknistä aineistoa kokonaisuutena rakentamislupahakemuksen yhteydessä vuoden 2012 lopulla. Aineiston puutteellisuudesta johtuen STUKin tarkastusprosessin käynnistäminen koko laajuudessaan ei ollut mahdollista vuoden 2013 alussa.
- Hakemusaineiston tarkastuksen yhteydessä STUK on havainnut aineistossa puutteita, joiden perusteella Posivaa on edellytetty päivittämään ja täydentämään hakemusta. Keskeisimmät STUKin edellyttämät täydennykset liittyvät laitossuunnittelun dokumentaatioon, laitoksen käytön häiriö- ja onnettomuusanalyysihin, loppusijoitusjärjestelmän toimintakyvyn osoittamiseen, pitkäaikaisturvallisuusanalyysihin ja turvajärjestelyiden suunnitteluun.
- Käytetyn polttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitokset ovat uudentyyppisiä laitoksia, eikä niiden suunnittelusta, rakentamisesta ja turvallisuuden arvioinnista ole aiempaa kokemusta. Lisäksi Posivan ydinlaitoksien rakentamislupakäsittelyssä sovelletaan ydinlaitoksia koskevia, vuoden 2013 lopulla julkaistuja STUKin uusia turvallisuusvaatimuksia (YVL-ohjeet) ensimmäistä kertaa. Turvallisuuden arviointiin rakentamislupavaiheessa on kiinnitettävä edellä mainituista syistä erityistä huomiota.

STUK haki kesäkuussa Työ- ja elinkeinoministeriöltä (TEM) lisää aikaa Posivan rakentamislupahakemuksen käsittelyyn ja lausunnon toimittamiseen. STUKin arvion mukaan tarkastustyö saadaan päätökseen vuoden 2014 lopulla. STUKin lau-

sunto ja turvallisuusarvio pyritään toimittamaan TEMille tammikuussa 2015. Tämän aikataulun toteutumisen edellytyksenä on, että Posivan syksyllä toimittamat hakemusaineiston täydennykset ovat riittäviä.

Hakemusaineiston tarkastustyö

Posiva toteuttaa projektia kahdella osaprojektilla kapselointilaitoksen ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi. Osaprojektien hallinnoimiseksi Posiva on laatinut niille erilliset projektisuunnitelmat, jotka Posiva toimitti alkuvuodesta STUKin tarkastettavaksi osana lupahakemusaineistoa. Suunnitelmien merkityksestä johtuen STUK tilasi niistä oman tarkastustyönsä tueksi ulkopuolisen asiantuntijalausunnon. Toimeksiannon tavoitteena on arvioida suunnitelmia vasten STUKin vaatimuksia sekä kansainvälisesti hyväksi koettuja alan standardeja. Arviointityön tulokset ovat STUKin käytettävissä kuluvan vuoden elokuussa, jonka jälkeen STUK arvioi suunnitelmien hyväksyttävyyttä.

Posiva on toimittanut myös vaaditut selvitykset rakentamishankkeen turvallisuusjohtamisesta ja -kulttuurista. Selvityksissä Posiva kuvaa menettelyt, joilla se varmistuu organisaation kyvystä ja projektinhallintajärjestelmien asianmukaisuudesta hoitamaan rakentaminen vaatimusten mukaisesti sekä turvallisuuskulttuurivaatimusten toteutumisesta rakentamisvaiheen aikana. STUK vaati selvityksen tarkastuksen perusteella Posivalta siihen tarkennuksia. STUK totesi, että selvityksessä on käsitelty Posivan turvallisuusjohtamista rajoittuen ensi sijassa vain kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseen. Tämän johdosta STUK edellytti Posivaa laajentamaan arviointia kattamaan Posivan toiminta kokonaisuudessaan ja siten täydentämään selvitystä arvioimalla turvallisuusjohtamista myös loppusijoituskonseptin jatkokehittämiseen liittyvien toimintojen osalta. STUK piti lisäksi tärkeänä, että Posiva varmistaa hyvän turvallisuuskulttuurin tason kaikissa hankkeeseen osallistuvissa turvallisuuden kannalta merkittävää työtä tekevissä organisaatioissa. Tämän johdosta STUK edellytti Posivaa kehittämään tarvittavan turvallisuuskulttuuriin liittyvän koulutusmateriaalin valmiiksi ja käyttöön ennen rakentamisen aloittamista. STUK jatkaa aineiston käsittelyä saatuaan siihen Posivalta edellytetyt lisäselvitykset. Laitossuunnittelun osalta STUK

sai valmiiksi useiden järjestelmien tarkastuksen. Tarkastuksessa havaittiin vielä laajasti puutteita järjestelmäsuunnittelussa sekä rakentamislupahakemukseen kuuluvassa alustavan turvallisuusselosteen yleisissä luvuissa. STUK toimitti Posivalle laitossuunnittelun osalta selvityspyynnöitä, jotka koskivat maanalaisten tilojen järjestelmiä, nosto- ja siirtojärjestelmiä, säteilymittauksia, varavoimakoneita ja varavoiman syöttöä, rakennusteknisiä järjestelmiä sekä palosuojelujärjestelmiä. Yleisiä puutteita järjestelmäsuunnittelussa on, että suunnittelu on esitetty järjestelmäkuvauksissa vielä liian yleisellä tasolla, suunnittelua perusteleisiin analyysihin tai selvityksiin puuttuu viittauksia ja osassa järjestelmiä on puutteita luokituksen perusteissa sekä dokumentaatiossa.

Alustavaan turvallisuusselosteen yleisestä osasta STUK sai häiriö- ja onnettomuustilanteita sekä rakentamista ja käyttöä koskevien lukujen tarkastuksen päätökseen. Näistä STUK toimitti Posivalle selvityspyynnöt. Keskeiset puutteet häiriö- ja onnettomuustilanteiden osalta liittyy yksityiskohtaisuuden tasoon sekä siihen, ettei häiriö- ja onnettomuustilanteista esitetä riittävän kattavia selvityksiä tai analyysijä. Rakentamista ja käyttöä koskevan alustavan turvallisuusselosteen yleisen luvun tarkastuksessa todettiin tarve yksityiskohtaisemmalle kuvaukselle. Esimerkiksi kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen osalta on kuvattava erilaiset normaaliin käyttöön liittyvät poikkeavat käyttötilanteet ja niihin liittyvät toimenpiteet.

Toisella vuosineljänneksellä saatiin Posivalta käsittelyyn järjestelmäkuvaus, jotka liittyivät automaatio ja prosessijärjestelmiin. Laajemmat aineistotäydennykset on odotettavissa Posivalta loppuvuoden aikana.

Pitkäaikaisturvallisuus

Toukokuussa pidettiin STUKissa viimeistelytyöpaja, johon osallistuivat pitkäaikaisturvallisuusaineistoa arvioineet STUKin tarkastajat ja ulkopuoliset asiantuntijat. Työpajassa konsultit esittelivät arvioinneissaan esiin nousseita päähavaintoja. Lisäksi työpajassa käytiin läpi konsulttiarvioiden yhteenvedon ensimmäistä versiota ja käsiteltiin konsulttien esiin nostamia huomioita vaativia asioita, jotka luokiteltiin mahdollisiin vaatimuksiin ja sitoumuksiin jatkotutkimuksista. Vaatimuksiksi määritettiin asioita, jotka tulee korjata välittömäs-

ti tai joiden selvittämisessä tulee tapahtua selkeää edistymistä rakentamisen alkuvaiheessa.

Kuluneen neljännesvuoden aikana Posivalle lähetettiin selvityspyyntö luonnonvarojen esiintymisestä Olkiluodossa. Lisäksi Posivalta edellytettiin lisäselvityksiä kallioperän järjestelmäkuvauksista ja turvallisuusluokittelusta sekä valmisteltiin selvityspyyntöä kallioperän toimintakykytavoitteista. Jakson aikana Posiva toimitti selvityksen loppusijoitusvyöhykkeen valinnan perusteista sekä tarkastelun luonnonvarojen esiintymisestä Olkiluodossa.

STUK jatkoi Posivan rakentamislupahakemuksen tarkastustyötä teknisiin vapautumisesteisiin liittyvien aineistojen osalta. Tarkastushavaintojen perusteella STUK toimitti Posivalle useita selvityspyyntöjä, joiden aiheina olivat mm. loppusijoituskapselin referenssisulkemismenetelmän vaihtaminen, puskurin saturaatioajan vaihtelu, paisuntapaine ja vedenjohtavuus puskurin ja tunnelitöytön tiheyden mitoituksessa. Posiva toimitti vastineita aikaisemmin toimitettuihin STUKin selvityspyyntöihin koskien esimerkiksi kapselin, puskurin, loppusijoitustunnelin töytön ja sulkemisen toimintakykyä.

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden arvioimisessa tehtyjen tarkastushavaintojen perusteella STUK toimitti Posivalle selvityspyyntöä laskennallisesta turvallisuusanalyysistä.

Ydinmateriaalivalvonta

Toukokuussa pidettiin neuvottelu Posivan, STUKin, EC:n ja IAEA:n kesken. Tilaisuudessa Posivalle esiteltiin IAEAn ja EC:n suunnitelma kapselointilaitoksen valvontalaitteille. Tämä mahdollistaa Posivan ottamaan laitoksen suunnittelussa huomioon laitoksille tulevat valvontalaitteet ja niistä aiheutuvat vaatimukset suunnittelulle. Posiva on todennut, että IAEAn ja EC:n suunnitelma on toteutettavissa.

Lupahakemuksen käsittelyyn liittyvä tarkastusohjelma

Rakentamislupahakemuksen käsittelyn tueksi käynnistetyn tarkastusohjelman mukaisia tarkastuksia jatkettiin vuoden toisella neljänneksellä. Jakson aikana STUK teki kolme tarkastusta. Tarkastusten pääaiheina olivat laadunvarmistus- ja valvonta, kallioperän soveltuvuuden arviointi sekä turvajärjestelyt ja ydinmateriaalivalvonta.

Laadunvarmistus- ja valvontaan kohdistuneen

tarkastuksen tavoitteena oli arvioida Posivan valmiutta rakentamisprojektiin laadunvarmistukseen ja laadunvalvontaan liittyvien toimintojen osalta. Tarkastuksessa arvioitiin myös toimintoista vastaavien organisaatioyksiköiden henkilöresursseja. Tarkastus kattoi sekä Posivan linjaorganisaation että projektin laadunvarmistuksen ja -valvonnan. Tarkastuksen merkittävimpana havaintona todettiin, että Posivan poikkeamien hallinnan menettelyjä ja niiden ohjeistusta ei vielä ole kehitetty tasolle, jolla olisi mahdollista toimeen panna tehokkaasti rakentamisprojektin poikkeamien hallinta mukaan lukien korjaavien ja ehkäisevien toimenpiteiden oikea-aikainen ja laadukas toteuttaminen. Tämän johdosta STUK edellytti Posivaa kehittämään poikkeamien hallintamenettelyjään vastaamaan ydinlaitoksen rakentamistoiminnassa edellytettyä vaatimustasoa. Organisaation osalta STUK edellytti Posivaa varmistamaan, että sillä on oikea-aikaisesti organisaatiossaan myös sähkötekniikan QC-tarkastaja. Lisäksi Posivan edellytettiin varmistamaan, että laadunvarmistustehtäviä hoitavilla henkilöillä on riittävä laatuspesifinen osaaminen, sisältäen laadunvarmistuksen kannalta keskeiset YVL-ohjeet.

Huhtikuussa pidetyssä tarkastuksessa arvioitiin, miten turvajärjestelyt (fyysiset turvajärjestelyt ja tietoturvallisuus) sekä ydinmateriaalivalvonta linkittyvät Posivan johtamisjärjestelmään ja turvallisuusjohtamiseen. Kohteena olivat turvajärjestelyjen ja ydinmateriaalivalvonnan vaikuttavuuden varmistaminen, näiden toimintojen kuvaukset johtamisjärjestelmässä ja toteutuminen avainhenkilöiden tehtäväkentässä sekä turvajärjestelyt ja ydinmateriaalivalvonta riskienhallinnan prosessissa. Lisäksi käsiteltiin turvajärjestelyjä ja ydinmateriaalivalvontaa osana organisaation turvallisuuskulttuurin arviointia ja kehittämistä. Tarkastuksen tuloksen perusteella STUK edellytti Posivaa täydentämään johtamisjärjestelmää turvajärjestelyihin ja ydinmateriaalivalvontaan liittyvien tavoitteiden, tehtävien, vastuiden ja menettelyjen osalta.

Kesäkuussa pidettiin lupahakemuksen käsittelyyn liittyen tarkastus, jossa käsiteltiin Posivan menettelyitä kallioperän soveltuvuuden arviointiin. Tarkastuksessa tehtyjen havaintojen perusteella Posivalle esitettiin vaatimukset toimittaa kallioluokittelun ja -mallikuvauksen menettelyohjeet, jatkokehityssuunnitelmien aikataulu sekä

paneelilaskin-ohjelmisto STUK:iin. Lisäksi tarkastuksella todettiin kolme huomioita vaativaa asiaa koskien henkilöiden sijaisuusjärjestelyjä, kansainvälistä yhteistyötä ja mittausmenetelmien tuottamien tulosten varmentamista.

Maanalaisen tutkimustilan (Onkalon) rakentamisen valvonta

Onkalon rakentamisen eteneminen

Tarkasteluajanjaksolla Onkalossa ei tehty tunnelien louhintatöitä. Henkilökuilun nousuporaus tasovälillä –290...–455 valmistui huhtikuussa. Posiva toteutti demonstraatiotunneli 3. alkuosan holvissa poraus–kiilausmenetelmällä tulppaa varten tehtävän viisteen testauksen. Tavoitteena oli kehittää valmius demonstraatiotunneli 4:een rakennettavan tulpan viisteen louhimiseksi muulla kuin perinteisellä poraus-räjäytys-menetelmällä. Maan pinnalla IV- ja nostinlaiterakennuksen 2. vaiheen pohjan rakennustöissä kuilujen yläosia ympäröivien kalliotilojen tiivistäminen injektioimalla valmistui.

Posiva suoritti Onkalossa, varsinkin demonstraatioalueella erilaisia kartoituksia, mittauksia ja tutkimuksia, joiden tavoitteena on saada lisää luotettavaa ja edustavaa aineistoa geotieteiden alojen tulkintoja ja mallinnuksia, sekä kallion luokittelumenetelmää varten.

Onkalon tutkimustiloissa 1, 3, 4 ja 5 jatkuivat pitkäaikaiset, loppusijoittamisen turvallisuuden perusteluun liittyvät kokeet. Tutkimustilassa 2 testattiin pitkäaikaiseen seurantaan liittyviä, langallisia mitta-antureita ja mittalaitteita. Näitä tarvitaan mm. demonstraatiotunneli 4:n tulppakokeessa. Tutkimustilassa 3 toteutettiin louhinnan aiheuttaman kalliorikkonaisuuden irrottaminen vaijerisahauksella.

Onkalon vuotovesien kokonaismäärä vaihteli tarkastusajanjaksolla 29,2–30,0 l/min. Kokonaismäärä sisältää poistoilmakuilun vuotoa tasolla –437 noin 2,4–2,9 l/min. Tuloilmakuilusta saatiin kesäkuussa alustava vuotovesien mittaustulos 1,8 l/min ja vastaavasti henkilökuilusta 1,7 l/min. Vuotovesien määrät ovat alle Posivan asettamien maksimiarvojen.

Onkalossa tehtiin kunnossapito-ohjelman mukaisesti rusnaustarpeen vuositarkastus. Poistoilmakuilun tasovälillä 0...–437 m sekä ajotunnelissa paaluvälillä 1850–2300. Ajotunnelin holvia on

koputeltu paaluvälillä 1850–2000 mahdollisten ns. kopojen eli ruiskubetonointikerroksen irtoamiskohtien löytämiseksi. Kopot ilmaisevat ongelmia ruiskubetonoinnin jähmettymisessä ja/tai kallio-perän liikuntoja, esim. lähellä tapahtuvan räjäytyksen vuoksi.

Posiva aloitti Onkalon tasolla –437 olevassa pysäköintihallissa matalan pH:n juotosmassan kokeet. Massaa tarvitaan mm. demonstraatiotunnelien pulttien juottamiseen. Onkalon TU5-alueen LV-työt tasoilla –437 ja –455 valmistuivat.

Onkalossa ei havaittu tarkasteluajana ennakkoimattomia olosuhteita, eikä Posiva avannut yhtään uutta poikkeamaa.

Onkalon rakentamiseen liittyvä tarkastustoiminta ja kenttävalvontakäynnit

Tarkasteluajanjaksolla pidettiin Onkalo-sarjan tarkastus ”Louhinta ja EDZ”. Tarkastuksen tuloksena edellytettiin Posivaa mm. päivittämään ohje louhinnan aiheuttaman rikkoutumisvyöhykkeen (EDZ) hallinnasta. Lisäksi Posivaa edellytettiin selvittämään tarve erilliselle louhinnan hallinta-ohjeelle, joka vastaisi Posivan pitkäaikaisturvallisuuskriittisten aihealueiden muita hallintaohjeita.

STUK teki vuoden 2014 toisen neljänneksen aikana yhden kenttävalvontakäynnin Onkaloon ja maan pinnalla Onkalo-työmaalle. Käynnin pääkohteina olivat Onkalossa PLV 3155 – 3180 HZ20-alueen holvin lujituspulttien vuotovesien hallinta ja matalan pH:n juotosmassan kehitystyöhön kuuluva koe. Onkalo-työmaalla maan pinnalla valvonta kohdistui IV- ja nostinlaiterakennuksen pohjan louhinnan tiivistämiseen sementti-injektointien avulla.

STUK on kiinnittänyt valvontatyössä huomiota Onkalossa käytettyihin teräsmateriaaleihin. STUK on esittänyt Posivalle vaatimuksia, jotka koskevat mm. teräsmateriaalivalintojen perusteita, materiaalien suunnittelukäyttöä sekä erilaisten korroosioilmiöiden kattavaa tarkastelua suunnitellun loppusijoitustilan syvyyden olosuhteissa. Koska Posiva on suunnitellut hallitsevan rakenteiden ikääntymisen kunnonvalvonta- ja huolto-ohjelmien avulla, se ei ole aikaisemmin systemaattisesti perustellut materiaalivalintoja tai määrittänyt eri materiaalien ja rakenteiden käyttöpaikkoja Onkalossa. Kaikki Onkaloon asennetut materiaalit ovat käyneet läpi vierasainehyväksynnän Posivan menettelyiden mukaisesti.

3.2 Loviisan kiinteytyslaitoksen rakentaminen ja koekäytöt

Loviisan voimalaitos keskeytti loppuvuodesta 2013 kiinteytyslaitoksen koekäytön teräsradoitettuihin betonisissa loppusijoitusastioissa todettujen vuotojen johdosta ja käynnisti tutkimukset astioiden vaurioiden syistä. Koekäyttö on ollut keskeytyksissä tutkimuksen ajan.

Kiinteytyslaitoksen rakentamisprojekti on edennyt vaiheeseen, jossa laitoksen järjestelmät on luovutettu voimalaitoksen käyttöorganisaatiolle. Samalla Loviisan voimalaitos on käynnistänyt uuden projektin, jonka eräänä tavoitteena on saattaa kiinteytyslaitos tuotannolliseen käyttöön. Toinen projektin keskeisistä tavoitteista on selvittää syyt jäteastioiden halkeamien syntyyn sekä betonireseptin uudelleen arviointi ja valettujen betoniastioiden asianmukaisten varastointiohjeiden laatiminen. Loviisan voimalaitos on käynnistänyt myös nestemäisten jätteiden kehitysohjelman, jonka tavoitteena parantaa nestemäisten jätteiden järjestelmiä. Ohjelman eräänä tavoitteena on kehittää myös loppusijoitusastiaa.

Tehdyissä tutkimuksissa on jäteastioiden halkeamien syntymiseksi löydetty kaksi toisiaan tukevaa syytä. Astian nurkan alueelle betonin kiviaines on erottunut johtaen siihen, että alueella isojen kivirakeiden määrä on erittäin vähäinen.

Toiseksi sisämuotin irrottaminen on tapahtunut paineilmaiskun avulla, minkä seurauksena astian sisänurkka on haljennut kehän alueelta. Yhdessä paineilmaiskun ja kiviaineksen erottumisen vaikutuksesta astian seinämärakenteeseen on syntynyt halkeamia. Tutkimusten päätelmiä halkeamien syistä tukee havainnot kiilojen avulla ilman paineiskua irrotetut koeastiat, joissa ei ole havaittu vastaavia halkeamia.

Lisäksi Loviisan voimalaitos havaitsi tutkimuksissa, että betonireseptissä lisäaineena käytetty silika lisää betonikuohaa merkittävästi. Toisaalta silika lisää myös betonin jälkilujuutta sekä kasvattaa betonin jälkihoidon tarvetta. Näiden syiden perusteella Loviisan voimalaitos käynnisti tutkimukset silikan määrän vähentämiseksi. Samalla Loviisan voimalaitos aloitti ennakkokokeet päivitettyllä betonireseptillä. Näiden lisäksi voimalaitos päätti tutkia lisäaineen silikan eri pitoisuuksien vaikutuksia sekä astian jälkihoidon tekniikkoja.

Loviisan voimalaitos on laatimassa raporttia uuden betonireseptin ennakkokokeista ja niiden tuloksista. Lisäksi voimalaitos laatii mm. projektisuunnitelman sekä päivittää käyttöönottosuunnitelman kiinteytyslaitoksen käyttöönoton loppuunsaattamiseksi. STUK jatkaa tilanteen arviointia Loviisan voimalaitoksen toimitettua edellä mainitut aineistot tarkastettaviksi.

LIITE 1

YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA



Kuva: Fortum Power and Heat Oy

Laitos-yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Loviisa 1	8.2.1977	9.5.1977	520/496	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport
Loviisa 2	4.11.1980	5.1.1981	520/496	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport



Kuva: Teollisuuden Voima Oy

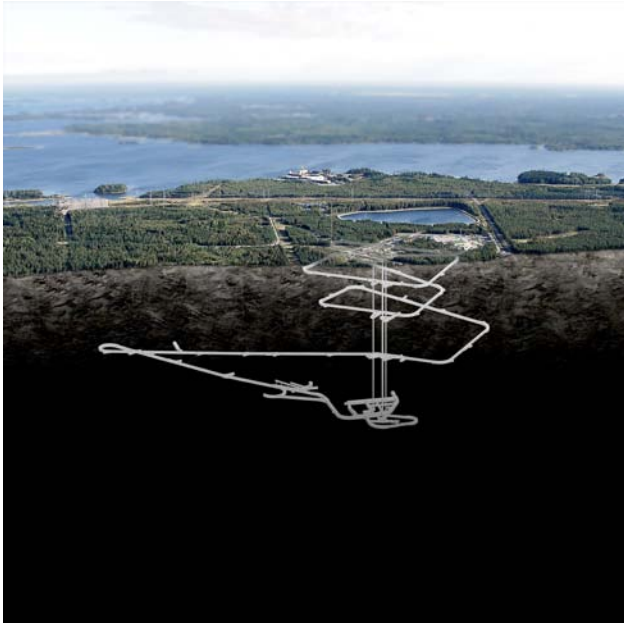
Laitos-yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Olkiluoto 1	2.9.1978	10.10.1979	910/880	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 2	18.2.1980	1.7.1982	910/880	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 3	Rakentamislupa myönnetty 17.2.2005		n. 1600 (netto)	Painevesireaktori (PWR), Areva NP

Fortum Power and Heat Oy omistaa Loviisassa sijaitsevat Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköt ja Teollisuuden Voima Oy Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevat Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköt sekä rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -laitosyksikön.

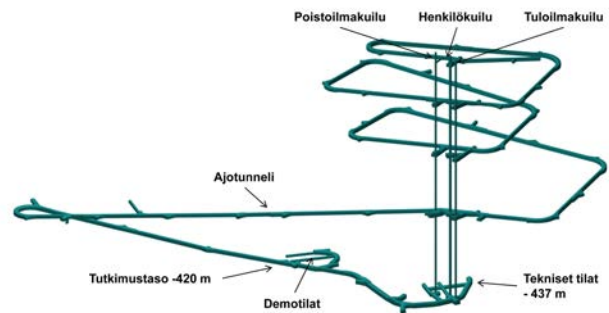
LIITE 2

KÄYTETYN YDINPOLTTOAINEEN LOPPUSIJOITUSHANKE

Maanalainen tutkimustila Onkalo

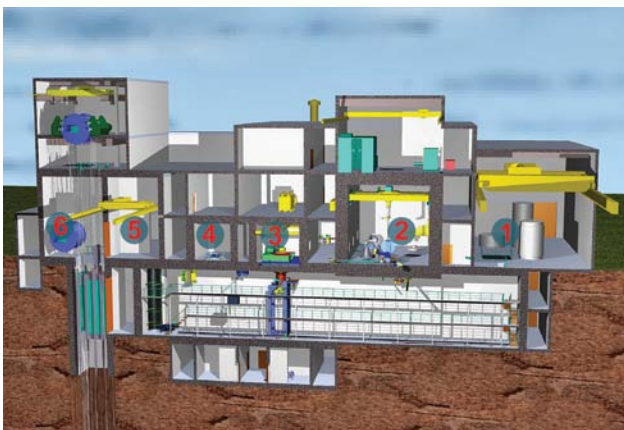


A) Havainnekuva Olkiluodon kallioperään louhitusta maanalaisesta tutkimustilasta ONKALO (kuva: Posiva Oy).

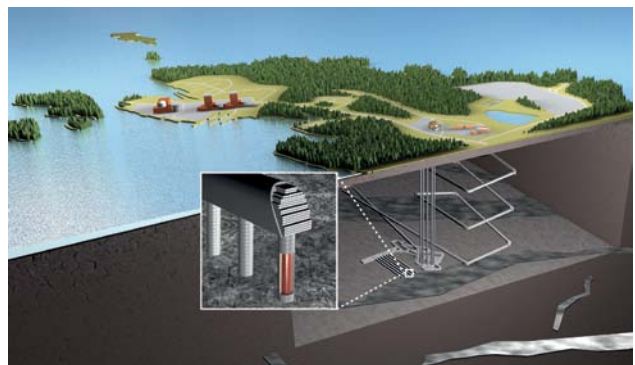


B) Onkalon tilat ja rakenteet (kuva: Posiva Oy).

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos



C) Kapselointiprosessin periaatekuva. 1 = kuljetussäiliöiden ja uusien kuparikapselien varastotila, 2 = polttoaineen käsittelykammio, 3 = kapselin kannen hitsausasema, 4 = hitsin tarkastusasema, 5 = kapselivarasto, 6 = kapselihiissi loppusijoitustilaan (kuva: Posiva Oy).



D) Havainnekuva loppusijoituslaitoksesta noin vuonna 2020 (kuva: Posiva Oy).

Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko (INES)

www-news.iaea.org/news

